

CONCLUSIONS

4. CONCLUSIONS

The following general conclusions are drawn from the above-mentioned results:

- For CEMA/alkyl acrylat crosslinked copolymers:

- 1) The values of reactivity ratios product for each three CEMA/alkyl acrylat copolymers reveals that the studied monomers have a tendency to form random copolymers.
- 2) Higher SF% values for CEMA/alkyl acrylat copolymers crosslinked with TPT than those crosslinked with TPT_m show that, TPT_m is more efficient than TPT as a crosslinker.
- 3) SF% generally decreases with increasing alkyl acrylate percentage in the copolymer composition.
- 4) Oil absorbency increased by higher incorporation of hydrophobic acrylate units and by decreasing amount of either crosslinking agent (TPT or TPT_m).
- 5) Oil absorbency is increased by increasing the alkyl acrylate length with the following order (CEMA/ODA) > CEMA/DDA > CEMA/IOA copolymer.
- 6) Swelling kinetic constant (k) increases with increasing alkyl acrylate (IOA, DDA or ODA) mol ratio and with decreasing the crosslinker wt.%.
- 7) Swelling rate constant -in either toluene or 10% crude oil medium- for CEMA/ODA is always higher than that for CEMA/DDA crosslinked with either (TPT or TPT_m) which in turn is higher than that for CEMA/IOA.
- 8) Polymer solvent interaction (χ) decreased by increasing the hydrophobic alkyl acrylate units and by decreasing the amount of either crosslinking agent (TPT or TPT_m).

- 9) Polymer solvent interaction (χ) decreased by increasing alkyl acrylate chain length (CEMA/ODA < CEMA/DDA < CEMA/IOA).
- 10) M_c (average molecular weight between crosslinks) is increased by increasing the alkyl acrylate chain length (CEMA/ODA > CEMA/DDA > CEMA/IOA).
- 11) TPT gives lower G_T (equilibrium moduli of elasticity) and ν_e (experimental crosslink density) values for CEMA/alkyl acrylate sorbers than that crosslinked with TPT_m.
- 12) The ability of the copolymers to form physical crosslinks increases with CEMA/IOA > CEMA/DDA > CEMA/ODA at zero crosslinker concentration as indicated by α values for copolymers crosslinked with either TPT or TPT_m crosslinker.
- 13) The ability of the copolymers to form chemical crosslinks using TPT or TPT_m crosslinker increases with CEMA/IOA > CEMA/DDA > CEMA/ODA as indicated by β values.

For PIB-MA-CM_n/ODA crosslinked reactive copolymers:

- 1) Low crosslinking efficiency was attained by increasing the alkyloxy chain length grafts and crosslinker weight content for PIB-MA-CM_n/ODA sorbers as indicated from SF% values.
- 2) Maximum oil absorbency for PIB-MA-CM_n/ODA sorbers decreases by increasing the alkyloxy chain length grafts and by increasing crosslinker weight content.
- 3) The oil absorbency and absorption rate constant for PIB-MA-CM_n/ODA reactive copolymer sorbers is higher than that for CEMA/ODA copolymers crosslinked at the same conditions.

-
- 4) More elastic networks are obtained by PIB-MA-CM_n/ODA reactive copolymer sorbers than CEMA/ODA sorbers as illustrated by network parameters data (G_T , ν_e and χ).

REFERENCES

5. REFERENCES

- Aithal, U.S. and Aminabhavi, T.M., *Polym.*, **31**, 1757(1990).
- Aitkken, A. and Barrer, R., *Trans. Faraday Soc.*, **5**, 116(1955).
- Akiba, M. and Hashim, A.S., *Prog. Polym. Sci.*, **22**, 421(1997).
- Alexander, P., Black, R.M. and Charlesby, A., *Proc. Roy. Soc.*, **A232**, 31(1955).
- Alfrey, J.T. and Greenberg, S., *J. Polym. Sci.*, **3**, 297(1948).
- Alfrey, J.T. and Goldfinger, G., *J. Chem. Phys.*, **12**, 205(1944).
- Allen, G., Booth, C., Gee, G., and Jones, M.N., *Polym.*, **5**, 637(1964).
- Ammon, G., Funke, W., Pechhold, W. and kolloid, Z.Z., *Polym.*, **206**, 9(1965).
- Anbarasan, R., Jayaseharan, Jm., Sudha, M. and Gopalan, A., *J. Appl. Polym. Sci.*, **90(14)**, 3827 (2003).
- Anthony, W.S., *Appl. Eng. Agric.*, **10(3)**, 357(1994).
- Anvy, Y., Rebenfeld, L. and Weigmann, H.D., *J. Appl. Polym. Sci.*, **22**, 125(1978).
- ASTM: F726-81, **Vol 11.04**, p1443-1448 (1986).
- Atta, A.M. and Abdel-Azim, A.A., *Polym. Adv. Technol.*, **9**, 340(1998).
- Atta, A.M. and Arndt, K.F., *Polym. Int.*, **52**, 389(2003).
- Atta, A.M. and Arndt, K.F., *J. polym. Res.*, 2004 (in press).
- Atta, A.M. and Arndt, K.F., *Polym. Int*, **50**, 1360(2001).
- Atta, A.M., *Polym. Adv. Technol.*, **13**, 567(2002).
- Azuma, C., Hashizume, N., Sanui, K. and Ogata, N., *J. Appl. Polym. Sci.*, **28**, 543(1983).
- Azuma, C., Sanui, K. and Ogata, N., *J. Appl. Polym. Sci.*, **25**,

1273(1980).

- Bajaj, P. and Buba, G.N., *Eur. Polym. J.*, **12**, 601(1976).
- Barson, C.A. and Turner, M.J., *Eur. Polym. J.*, **10**, 1053(1974).
- Basinski, A., *Polimetry (Warsaw)*, **23(6)**, 203(1974).
- Bastide, J., Picot, C. and Candau, S., *J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed.*, **17**, 1441(1979).
- Bellier, P., and Mossarte, G., “*The Amoco Cadiz oil Spill Cleanup Operations: An overview of the cleanup techniques employed*”
Proceeding of the 1979 oil spill conference, Los-Angeles. American Petroleum Institute. P. 141-146(1979).
- Berens, A.R. and Hopfenbergh, H.B., *Polym.*, **19**, 489(1978)
- Bertrand PA, *J. Mater. Res.*, **8**, 1749(1993).
- Bett, S., Dworjangyn, P., Fields, B., and Garnett, J., *Polym. Mater. Sci. Eng.*, **60**, 553 (1989).
- Bevington, J.C. and Maipass, B.W., *Eur. Polym. J.*, **1**,19(1965).
- Beynon, L.R., *J. Inst. Pet.*, **57**,1(1971).
- Bilmeyer, F.W., In: “*Textbook of Polymer Science*”, 3rd ed., New York, Wiley, pp. 119-20(1984).
- Biskup, U. and Cantow, H., *Macromol. Chem.*, **168**, 315(1973).
- Blumer, M.. In: “*Oil on the sea*”, Hoult D.P. (ed)., Plenum Press, New York, p. 6(1969).
- Bly, J. H., *J. Ind. Irrad. Technol.*, **1**, 51(1983).
- Bristow, G. M. and Watson, W. F., *Trans. Faraday Soc.*, **54**, 1731(1987).
- Browsers, S.D., *Plant Eng.*, **18**, 219(1982).
- Buba, G.N., Deshpande, A. and Deshpande D.D., *Die Angew. Makromol. Chem.*, **105**, 83(1982).

- Cabasso, I., In: *“Membranes, Encyclopedia of Polymer Science and Engineering”*, , 2nd ed.(ed. H.F. Mark), John Wiley, New York, Vol. 9, pp. 509-580(1987).
- Cameron, G.G. and Kerr, G.P., *Eur. Polym. J.*, 3,1(1967).
- Campbell, D., Turner, D.T., *J. Polym. Sci., Part A-1*, 5, 2199(1967).
- Campbell, D., Araki, K. and Turner, D.T., *J. Polym. Sci., Part A-1*, 4, 2597(1966).
- Cengiz, S. and Ibrahim, E., *J. Polym. Res.*, 11(1), 53(2004)
- Cengiz, S. and Ibrahim, E., *Eur. Polym. J.*, 39, 2261(2003)
- Champ, S., Xue, W. and Huglin, M.B., *Polym.*, 42, 6439(2001).
- Chapiro, A., In: *“Polymer Handbook”*, 2nd Ed., Brandrup J. and Immergut A.H., Eds, Interscience, New York, P 481(1975).
- Chapiro, A., *Eur. Polym. J.*, 10,1103(1974).
- Chapiro, A., In: *“Radiation Chemistry of Polymeric Systems”*, Wiley (Interscience), New York, pp. 513-15(1962).
- Charlesby, A. and Steven, J., *Int. J. Radiat. Phys. Chem.*, 8, 719(1979).
- Charlesby, A., and Pinner, S.H., *Proc. Roy. Soc.*, A249, 367(1959).
- Chikanishi, K. and Tsuruta, T., *Makromol. Chem.*, 73, 231(1965).
- Cho, W.J., Choi, C.H. and Ha, C.S., *J. Polym. Sci., Part A, Polym. Chem.*, 32(12), 2301(1994).
- Chodok, I., *Prog. Polym. Sci.*, 20, 1165(1995).
- Choi, H.M., Cloud, R.M., *Environ. Sci. Technol.*, 26, 772(1992).
- Choi, H.M., Kwon, H.J. and Moreau, J.P., *Text. Res. J.*, 63, 211(1993).
- Choudhary, M.S. and Varma, I.K., *Macromol. Sci. Chem.*, A20,

771(1983).

- Chu, S.G. and Munk, P., *J. Polym. Sci.*, **A2(15)**, 1163(1977).
- Chung, T.C., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **27**, 3251(1989).
- Chung, T.C., Raate, M., Berluche, E. and Schulz, D.N. *Macromol.*, **21**, 1903(1988).
- Churchill, S.A., Jaones, L. and Griffin, R.A., *Waste Manag.*, **14(5-7)**, 519(1993).
- Clark, A.H. and Ross, M.S.B., *Adv. Polym. Sci.*, **83**, 57(1987).
- Collett, J.H, Attwood, D. and Wood, J.M., *J. Pharm. Pharmacol.*, **33**, 60(1981).
- Cowie, J.M.G., In: *“Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials”*, Publisher Int. Textbook Co. Ltd., Chapter 5 (1973).
- Cowie, J.M.G., Ranson, R.J. and Burchard, W., *Brit. Polym. J.*, **1**, 187(1969).
- Crank, J., In: *“The Mathematics of Diffusion”*, 2nd Ed., Clarendon Press, Oxford, Chapter 2 (1975).
- Davis, S.C., Hellens, W.V. and Zahalka, H.A., *“Polymeric Materials Encyclopedia”*, Ed. by Salamone J.C., CRC Press, New York, Vol 4, pp. 2264-2271(1996).
- Davis, T.P and Huglin, M.B., *Macromol.*, **22**, 2824(1989).
- Davis, T.P, Huglin, M.B., *Makromol. Chem.*, **191**, 331(1990).
- Deratani, A., Darling, G.D. and Frechet, J.M.J., *Polym.*, **28(5)**, 825(1987).
- Deschamps, G., Caruel, H., Borredon, M.E., Bonnin, C. and Vignoles, C., *Environ. Sci. Technol.*, **37**, 1013(2003).
- Desphande, D.D. and Tyagi, O.S., *Macromol.*, **11**, 746(1978).
- Desphande, D.D., Patterson, D., Schreiber, H.P. and Su, C.S.,

- Macromol.*, 7, 530(1974).
- Dole, M., *J. Macromol. Sci. Chem*, A15, 1043(1981).
 - Dole, M., In: “*The Radiation Chemistry of Macromolecules*”, Academic Press, New York, Vol. 2, pp. 112-17(1973).
 - Don, T.M., Chen, Y.Ru. and Chiu, W.Y., *J. Polym. Res.*, 9(4), 257(2002).
 - Dong, L.C. and Hoffman, A.S., *J. Contr. Release*, 4, 223(1986).
 - Dostal, H., *Monatsh.*, 69, 424(1936).
 - Errede, L.A., *Macromol.*, 19, 654(1986).
 - Faterpeker, S.A., and Potnis, S.P., *J. Appl. Polym. Sci.*, 27, 3349(1982).
 - Faterpeker, S.A. and Potnis, S.P., *Angew. Mckromol. Chem.*, 90, 69(1980).
 - Faust, R. and Kennedy, J. P., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, 25, 1847(1987).
 - Faust, R. and Kennedy, J. P., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, 25, 1987(1987).
 - Fernandez, M.C., Martinez, G., Sanchez, C.M. and Madruga, E.L., *J. Polym. Sci., Part A, Polym. Chem.*, 39, 2043(2001).
 - Fernandez, G.M., Torrado, M.F., Martinez, G., Sanchez, C.M., and Madruga, E.L., *Polym.*, 41, 8001(2000).
 - Fineman, M., Ross, S., *J. Polym. Sci.*, 5(2), 259(1950).
 - Flory, P.J. and Rehner, J., *J. Chem. Phys.*, 11, 512(1943).
 - Flory, P.J., In: “*Principles of Polymer Chemistry*”, Cornell University Press, Ithaca, NewYork, Chapter 13(1953).
 - Flory, P. J., *J. Chem. Phys.*, 18, 108(1950).
 - Freitas, R.F.S. and Cussler E.L., *Chem. Eng. Sci.*, 42(1), 97(1987).

- Fujita, S.M., and Soane, D.S., *Polym. Eng. Sci.*, **28(6)**, 341(1988).
- Galin, M., and Rupprecht, M.C., *Polym.*, **19**, 506(1978).
- Galt, J.A., Leh, W.J., and Payton, D.L., *Environ. Sci. Technol.*, **25(2)**, 202(1991).
- Gandini, A., In: *“Comprehensive Polymer Science”*, First Suppl.,(Ed. Allen G., Aggarwal S. L. and Russo S.), Pergamon Press, Oxford, p. 107(1992).
- Gaylord, N.G., and Koo, J.Y., *J. Polym. Sci.*, **B19**, 107(1981).
- Gaylord, N.G. and Mehta, M., *J. Polym. Sci.*, **A20**, 481(1982).
- Gaylord, N.G. and Mehta, R., *J. Polym. Sci.*, **A26**, 1903(1988).
- Gaylord, N.G. Maiti, S., *J. Polym. Sci.*, **B11**, 253(1973).
- Gaylord, N.G. Mishra, M.K., *J. Polym. Sci.*, **B21**, 23 (1983).
- Gaylord, N.G., *J. Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem.*, **13**, 235(1975).
- Gehman, S.D., *Rubber Chem. Technol.*, **42**, 659(1969).
- Georgiev, G.S., *J. Macromol. Sci. Chem.*, **A12**,1175(1978).
- Goiti, E., Huglin, M.B., and Rego, J.M., *Eur. Polym. J.*, **40(2)**, 219(2004).
- Gorda, K.R., Peiffer, D.G., Chung, T.C., and Berluche, E., *Polym. Commun.*, **31(7)**, 286(1990).
- Greene, G., Brodsky A., Charles, M., and Mackay, D., In: *“The Use of Deflectors for Depolyment of Oil Booms in Rivers”* Proceeding of the 1979 oil spill conference, Los-Angeles, American Petroleum Institute. P. 411-417(1979).
- Griller, D. and Ingold, K.U., *Acc. Chem. Res.*, **9**, 13(1976).
- Grobler, J.H.A. and McGill, W.J., *J. Polym. Sci., Part B, Polym. Phys.*, **32**, 287(1994).

- Gupta, M.C., Bansod, V.P. and Patil, I.D., *Polym. Commun.*, **28**, 204(1987).
- Harwood, H.J., *J. Polym. Sci., Part C*, **25**, 37(1968).
- Hebeish, A., Shalaby, S.E. and Bayazeed, A.M., *J. Appl. Polym. Sci.*, **27**, 3683(1982).
- Hebeish, A., Shalaby, S.E. and Bayazeed, A.M., *J. Appl. Polym. Sci.*, **22**, 3335(1978).
- Hegazy, E.S., Taher, N. and Kamal, H., *J. Appl. Polym. Sci.*, **38**, 1229(1989).
- Hegazy, E.S., Taher, N. and Ebaid, B., *J. Appl. Polym. Sci.*, **39**, 1029(1990).
- Hildebrand, J.H. and Scott, R.L., In: *“Regular Solutions”*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Chapter 2(1962).
- Hill, R. and Barger, H., *J. Org. Chem.*, **30**, 2558(1965).
- Hoffman, A.S., Afrassiabi, A. and Dong, L.C., *J. Contr. Release*, **4**, 213(1986).
- Hoffman, H.M.R., *Angew. Chem.*, **81**, 597(1969).
- Hogt, A., *ANTEC’88 Technical Papers*, Atlanta, GA, p.1478(1988).
- Huglin, M.B. and Rego, J.M., *Macromol.*, **24**, 2556(1991).
- Huglin, M.B. and Rehab, M.A.M., *Polym.*, **28**, 2200(1987).
- Huglin, M.B. and Richard, R.W., *J. Appl. Polym. Sci.*, **25**, 2513(1980).
- Ichijo, H., Kishi, R., Hirasa, O. and Takiguchi, Y., *Polym. Gels Networks*, **2**, 315(1994).
- Ide, F., Kamada, K. K. and Hasegawa, A., *R.G.C.P.*, **47(4)**, 487(1970).

- Igarashi S., *J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed.*, **1**, 359(1963).
- Ishigaki, I., Sugo, T. and Takayama, T., *J. Appl. Polym. Sci.*, **27**, 1043(1982).
- Ito, T. and Otsu, T., *J. Macromol. Sci.*, **A3**, 197(1969).
- Ivanchev, S.S., Ratzch, M., Mesh, A.M., Khajkin, S., Bucka, H. and Hesse, A., *Vysokomole. Soedin.*, **A43(5)**, 793(2001).
- Ivfin, B. and Kennedy, J. P., *Ind. J. Technol.*, **31**, 183(1993).
- Ivfin, B. and Kennedy, J.P., *J. Polym. Sci., Part A: Polym.Chem.*, **28**, 89(1990).
- Ivfin, B. and Kennedy, J.P., *Polym. Mater. Sci. Eng.*, **58**, 866(1988).
- Ivfin, B., *Makromol. Chem. Macromol. Symp.*, **75**, 181(1993).
- Ivfin, B., Kennedy, J. P. and Chang, V.S.C., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **18**, 3177(1980).
- Iwatsuki, S., Kando, A. and Harashina, H., *Macromol.*, **17**, 2473(1984).
- Jacob, M., Smets, G. and De Schryer, F., *J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed.*, **10**, 669(1972).
- Janacek, J. and Hasa, J., *J. Collect. Czech., Chem. Commun.*, **31**, 2186(1966).
- Jang, J. and Kim, B.S., *J. Appl. Polym. Sci.*, **77**, 903(2000).
- Jang, J. and Kim, B.S., *J. Appl. Polym. Sci.*, **77**, 914(2000).
- Johnson, R.F., Manjrekar, T.G., and Halligan, J.E., *Environ. Sci. Technol.*, **7(5)**, 439(1973).
- Jordan, Jr.E.F., *J. Polym. Sci., Part A-1*, **9(11)**, 3349(1971).
- Kale, P.D. and Lokhande, H.T., *J. Appl. Polym. Sci.*, **19**, 461(1975).

- Kelen, T. and Tudos, F., *J. Macromol. Sci. Chem.*, **A9**, 1(1975).
- Kennedy, J.P., Chang, V.S.C., Smith, R.A. and Ivfin, B., *Polym. Bull.*, **1**, 575(1979)
- Kennedy, J.P., *Rubber Chem. Technol.*, **56**, 639(1983).
- Kennedy, J.P. and Ivfin, B., In “*Designed Polymers by Carbocationic Macromolecular Engineering: Theory and Practice*”, Hanser Publishers, Munich and New York, pp. 224 – 226(1992).
- Kennedy, J.P. and Smith, R. A., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **18**, 1523(1980).
- Kennedy, J.P., *Makromol. Chem. Suppl.*, **7**, 171(1984).
- Kennedy, J.P., *Rubber Chem. Technol.*, **56**, 639(1983).
- Kennedy, J.P., Chang, V.S.C., Smith, R.A. and Ivfin, B., *Polym. Bull.*, **1**, 575(1979).
- Kim, S., Chung, I., Ha, C., Kim, K. and Cho, W., *J. Appl. Polym. Sci.*, **73**, 2349(1999).
- Kim, W.S., Byun, K.R., Lee, D.H., Min, K.E., Park, L.S., Seo, K.H, Kang, I.K. and Park, S.Y., *Polym. J.*, **35(5)**, 450(2003).
- Kossmehl, T.M., Abdel-Bary, E.M., Sarhan, A.A. and Abdelaal, M.Y., *Die Angew. Makromol. Chem.*, **215**, 59(1994).
- Kruse, R.L., *J. Polym. Sci.*, **B5**, 437(1967).
- Lambla, M. In: “*Reactive Processing of Thermoplastic Polymer*”, in *Comprehensive Polymer Science 1st Supplement* (ed. Allen G. and Bevington J.C.), Pergamon, New York, chapter 21(1993).
- Leary, K.O. and Paul, D.R., *Polym.*, **45**, 6575(2004).
- Lee, W.F. and Wu, R.J., *J. Appl. Polym. Sci.*, **62**, 1099(1996).

- Lewis, F.M., Walling, C., Cummings, W., Briggs E.R. and Mayo, F.R., *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 1519(1948).
- Liaw, D.J., Huang, C.C., Sang, H.C. and Wu, P.L., *Polym.*, **41**, 6123(2000).
- Liu, Y., Mao, R., Huglin, M.B. and Holmes, P.A., *Polym.*, **37(8)**, 1437 (1996).
- Lohse, D., Datta, S. and Kresge, E., *Macromol.*, **24**, 561(1991).
- Lombardi, R.A., *Adhes. A.*, **30(2)**, 18(1987).
- Lu, J.M., Zhu, X.L. and Chen, L., *Petrochem. Technol.*, **24**, 176(1995).
- Makhaeva, E.E., Thanh, L.M., Starodubtzev, S.G. and Khokhlov, A.R., *Macromolec. Chem. Phys.*, **197**, 1973(1996).
- Makrikosta, G., Georgas, D., Kioulafa, E.S. and Pitsikalis, M., *Eur. Polym. J.*, **14**, 47(2005).
- Malik, J. and Clarson, S. , *J. Polym. Degrad. Stab.*, **76(2)**, 241(2002).
- Manjarai, D. Bhatnagar, S.K. and Rath, S.B., *Macromol. Chem.*, **67**, 75(1963).
- Mark, H.F., *Rubber Chem. Technol*, **61**, G 73(1988).
- Martel, B. and Morcellet, M., *J. Appl. Polym. Sci.*, **51**, 443(1994).
- Mayo, F.R. and lewis, F.N., *J. Am. Chem. Soc.*, **66**, 1594 (1944).
- Mehnert, R., Bogl, K.W., Helle, N. and Schreiber, G.A., In: *“Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry”*, VCH, Weinheim, Vol.22A, P.471 (1993).
- Meyer, V.E. and Lowry, G.G., *J. Polym. Sci., Part A-1*, **3**, 2843 (1965).
- Milgram, J., *Oceanus*, **20(4)**, 86(1977).

- Mishra, M.K., Sar, M.B. and Kennedy, J.P., *Polym. Bull.*, **13**, 435(1985).
- Mishra, M.K. and Kennedy, J.P., *J. Macromol. Sci. Chem.*, **A24**, 933(1987).
- Mishra, M.K., Sar, M.B. and Kennedy, J.P., *Polym. Bull.*, **16**, 47(1986).
- Mogri, Z. and Paul, D.R., *Polym.*, **42(6)**, 2531(2000).
- Mohammed, S., Daniels, E.S.M, Klein, A. and El-Aasser, M.S., *J. Appl. Polym. Sci.*, **67(3)**, 559(1998).
- Monji, N. and Hoffman, A.S., *Appl. Biochem. Biotechnol.*, **14**, 107(1987).
- Morita, M., Higuchi, M., and Sakata I., *J. Appl. Polym. Sci.*, **34**, 1013(1987).
- Mullins, L., *J. Polym. Sci.*, **14**, 225(1959).
- Nanjundan, S., Unnithan, C.S., Jone Selvamalar, C.S. and Penlidis, A., *React. Funct. Polym.*, **62**,11(2005).
- Neoh, K.G., Kang, R.E., Tan, T.C. and Tan, K.I., *J. Appl. Polym. Sci.*, **38(11)**, 2009(1989).
- Odriscoll, K.F., *J. Macromol. Sci. Chem.*, **A3(2)**, 307(1969).
- Ogunniyi, D.S., *Prog. Rubber Plast. Technol*, **15(2)**, 95(1999).
- Okamoto, H. and Overberger, C.G., *Macromol.*, **7**, 614(1974).
- Okano, T., *Adv. Polym. Sci.*, **110**, 180(1993).
- Okazawa, T. and Kaneko, M., *Polym. J.*, **2**, 747 (1971).
- Otsu, T., Ito, T. and Imoto, M., *J. Polym. Sci., Part C*, **16**, 2121. (1967).
- Peppas, N.A.and Merrill, E.W., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **14**, 441(1976).
- Percec, L., *J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed.*, **11**, 267(1973).

- Pete, J., *Nonwovens Ind.*, **6**, 32(1992).
- Pinazzi, C., Guillaume, P. and Reyx, D., *J. Eur. Polym.*, **13**, 711(1977).
- Pinchon, J. and Callaghan, D., “*The Cyclonet Advice for Picking up Oil Slicks from the Sea Surface*”, Proceeding Joint Conference on Prevention of Oil Pollution, API, San Francisco, p.387(1975).
- Poh, B.T., Adachi, K. and Kotaka, T., *Macromol.*, **20**, 2563(1987).
- Price, C.C. and Walsh, J.G., *J. Polym. Sci.*, **6**, 259(1951).
- Pushkarev, V.V., Yuzhaninov A.G. and Men, S.K., In: “*Treatment of oil Containing Waste Water*”, Allerton Press, Inc., New York, pp. 3-5(1983).
- Pyun, C.W., *J. Polym. Sci.*, **A2**, 1111(1970).
- Radetic, M. M., Jovic, D.M., Jovancic, P.M., Petrovic, Z.LJ. and Thomas, H.F., *Enviro. Sci. Technol.*, **37**, 1008(2003).
- Reed, M., Daling, P., Lewis, A., Ditlevsen, M.K., Brors, B., Clark, J. and Aurand, D., *Enviro. Model. Software*, **19**(7-8), 681(2004).
- Reese, W. and Tucker, J.E., *J. Chem. Soc. Phys.*, **43**, 105(1965).
- Ress, R.W. and Vaughan, D.J., *Polym. Prepr.*, **61**(1), 287(1965).
- Rim, P.B., *J. Macromol. Sci., Part B*, **B23**(4-6), 549(1985).
- Rudin, A. and Yule, R.G., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **9**, 3009(1971).
- Ryabove, A.V., Semchikov, Y.D. and Slavnitskaya, Y., *Vysokomole. Soedin.*, **A12**, 553(1970).
- Sailaja, R.R.N. and Kumar, A., *J. Appl. Polym. Sci.*, **58**(10), 1865 (1995).
- Saini, G., Leoni, A. and Franco, S., *Makromol. Chem.*, **172**, 235(1971).

- Saito, S., Kanno, M. and Inomoto, H., *Adv. Polym. Sci.*; **109**, 207(1993).
- Sakunada, I., Ikada, Y., and Kawahara, T., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **11**, 2329(1973).
- Sambasivam, M., Ghoshal, R. and Mukerji, P., *Am. Soc. Mech. Eng.*, **18**, 55(1996).
- Sawamoto, M., Eniki, T. and Higashimura, T., *Polym. Bull.*, **18**, 117(1987).
- Sawamoto, M., *Prog. Polym. Sci.*, **16**, 111(1991).
- Sayil, C. and Okay, O., *Polym.*, **42**, 7637(2001).
- Schoonbrood, H.A.S., Aerdt, A.M., German, A.L. and Van der Velden, G.P.M., *Macromol.*, **28**, 5518(1995).
- Schrader, E.L., *Environ. Geol. Water Sci.*, **17**(2), 156(1991).
- Schwartz, S., In: *“Performance Tests of Four Selected Oil Spill Skimmers”*, Proceeding of the oil spill Conference, Los-Angeles, American Petroleum Institute, pp. 493-496(1979).
- Senogles, E. and Thomas, R., *J. Polym. Sci., Polym. Symp.*, **49**, 203(1975).
- Senthilkumar, U., Ganesan, K. and Reddy, B.S.R., *J. Polym. Res.*, **10**(1), 21(2003).
- Sherrington, D.C., In *“Encyclopaedia of Polymer Science and Engineering”*, John Wiley, New York, Vol 14, pp. 101-69(1988).
- Shimizu, T., Koshiro, S. Yamada, Y. and Tada, K., *J. Appl. Polym. Sci.*, **65**, 179(1997).
- Simha, R. and Branson, H., *J. Chem. Phys.*, **12**, 253(1944).
- Sittig, M., In: *“Oil Spill Prevention and Removal Handbook”*, 1st Ed., Noyes Date Corporation, New Jercey, p.465(1974).

- Skeist, I., *J. Am. Chem. Soc.*, **68**, 1781(1946).
- Smets, G., Roovers, J. and Hombleeck, W.van., *J. Appl. Polym. Sci.*, **5**, 149(1961).
- Solomons, T.W.G., In: "*Organic Chemistry*", 4th Ed., John Wiley & Sons, New York, Chapter 9, pp. 423-426(1988).
- Sugamiya, K., Kuwahara, N. and Kaneko, M., *Macromol.*, **7**, 66(1974).
- Sultan, B.A. and Palmlof, M., *Plast., Rubber Compos. Process. Appl.*, **21**, 65(1994).
- Sun, X.F., Sun, R.C. and Sun, J.X., *Bioresource Technol.*, (2004) In Press.
- Sundarrajan, S., Ganesh, K. and Srinivasan, K.S.V., *Polym.*, **44**, 61(2003).
- Tager, A.A. and Podlisnyak, A.I., *Vysokomole. Soedin.*, **B1**, 87(1963).
- Tait, P.J.T. and Abushihada, A.M., *Polym.*, **18**, 810(1977).
- Takahashi, S., *J. Appl. Polym. Sci.*, **28**, 2847(1983).
- Tessier, M. and Marrchal, E., *Eur. Polym. J.*, **20**, 281(1984).
- Tessier, M. and Marrchal, E., *Eur. Polym. J.*, **22**, 889(1986).
- Tessier, M. and Marrchal, E., *Eur. Polym. J.*, **26**, 499(1990).
- Tessier, M. and Marrchal, E., *Polym. Bull.*, **10**, 152(1983).
- Thomas, D.B., Vasilieva, Y.A., Armentrout, R.S. and McCormick, C.L., *Macromol.*, **36(26)**, 9710(2003).
- Tirrell, D.A., Tirrell, M.H., Bikales, N.M., Overberger, C.G. and Menges, G., In: "*Encyclopedia of Polymer Sciences and Engineering*", New York: John Wiley & Sons, Vol.4, p. 192 (1985).

- Toblosky, A.V., Carlson, D.W. and Indictor, N., *J. Polym. Sci.*, **54**, 175(1961).
- Trivedi, B.C. and Culberson, B.M., In: *“Maleic anhydride”*, Plenum, New York., Chapter 1 (1982).
- Tundo P., In: *“Continuous Flow Methods in Organic Synthesis”*, Ellis Horwood Ltd., England , p. 1(1991).
- Turner, D.T.. *“The Radiation Chemistry of Macromolecules”*, M. Dole. Ed., John Wiley & Sons, Chapter 8(1973).
- Taylor, J.C., *J. Inst. Petrol.*, **48(467)**, 355(1972).
- Vallat, M.F., Ruch, F. and David, M.O., *Eur. Polym. J.*, **40**, 1575 (2004).
- van Drumpt, J.D., *Rubber World*, **33**, 33(1988).
- Vasenin, R.M., *Vysokomole. Soedin.*, **A2**, 855(1960).
- Vasenin. R.M., *Vysokomole. Soedin.*, **A 6**, 1220(1964).
- Vigo, T.L, Bruno, J.S. and Goynes, W.R., *J. Appl. Polym. Sci., Appl. Polym. Symposium*, **47**, 417(1991).
- Vlagiu, I., and Stannett, V., *J. Macromol. Sci. Chem.*, **A7(8)**, 1677(1973).
- Walsh, E., and Gaymans, R. J., *Polym.*, **35(8)**, 1776(1994)
- Walkup, P.C., *J. Water Poll. Cont. Fed.*, **43(6)**, 1069(1971).
- Wall, F.T., *J. Am. Chem. Soc.*, **63**, 1862 (1941).
- Wamsley, A., Jasti, B., Phiasivongsa, P. and Li, X., *J. Polym. Sci., Part A, Polym. Chem.*, **42(2)**, 317(2004).
- Wei, Q.F., Mathe, R.R., Fortheringham, A.F. and Yang, R.M., *Marine Poll. Bull.*, **46**, 780(2003).
- Wilczek, L. and Kennedy, J.P., *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **25**, 3255(1987).

-
- Yoa, K.J. and Zhou, W.J., *J. Appl. Polym. Sci*, **53**, 1533(1994).
 - Yokota, K., Kani, M. and Ishi, Y., *J. Polym. Sci., Part A-1*, **6**, 1325(1968).
 - Yokota, K., Abe, A., Hosaka, S., Sakai, I. and Saito, H., *Macromol.*, **11**, 95(1978).
 - Yunshu, X.U., Heri, S., Fumio, Y. and Keizo, M., *J. Appl. Polym. Sci.*, **66**, 113(1997).
 - Zahid, M.A., Halligan, J.E. and Johnson, R.F., *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.*, **11(4)**, 550(1972).
 - Zhao, W., Xu, J., Sun J. and Wang, H., *Polym. Mater. Sci. Eng.* **8(2)**, 82(1992).
 - Zhou, M.H. and Cho, W.J., *J. Appl. Polym. Sci.*, **85**, 2119(2002).
 - Zhou, M.H. and Cho, W.J., *Polym. Int.*, **49**, 17(2000).
 - Zhou, M.H. and Cho, W.J., *Polym. Int.*, **50**, 1193(2001).
 - Zhou, M.H. and Ha, C.S., *J. Appl. Polym. Sci.*, **81**, 2119(2001).
 - Zhou, M.H., Ha, C.S. and Cho, W.J., *J. Appl. Polym. Sci.*, **81**, 1277(2001).

ARABIC SUMMARY

إمتصاص الزيت البترولي الخام و يمكن استخدامها في مكافحة التلوث الناتج من تسرب بقع الزيت البترولية حيث أن لديها الكفاءة على امتصاص الزيت دون الماء بسرعة عالية كما أنها تطفو فوق سطح الماء.

وقد تم أيضاً بلمرة سينامويلوكسي ايثيل ميثا أكريلات مع نسب مختلفة من IOA DDA, أو ODA في وجود نسب مختلفة من تراى ميثايلول بروبان تراى اكريلات TPT وتراى ميثايلول بروبان تراى ميثاكريلات TPT_m كمصادر للروابط الغير مشبعة للإمكان من تحضير كوبوليمرات ذات شكل شبكى لإستخدامها كمواد ماصة للزيت.

تعتمد المجموعة الثانية من المركبات الماصة للزيت على بوليمرات نشطة تم تحضيرها بتفاعل السينامويل كلورايد مع جليكولات مختلفة لتكوين عدد من استرات هيدروكسي ألكيلوكسي سينامات ومن ثم تكثيفها مع بولى أيزوبيوتلين- ماليك انهيدريد بوليمر. وقد تم توصيف البوليمرات المحضرة بواسطة التحليل بأجهزة طيف الأشعة تحت الحمراء والرنين النووي المغناطيسى.

وتم استخدام البوليمرات النشطة المحضرة لتحضير مواد ماصة للزيت وذلك عن طريق تفاعل البوليمر النشط المحضر مع ODA في وجود نسب مختلفة من TPT كرابط شبكى.

يعنى الجزء الثالث من الدراسة بتقييم كفاءة الكوبوليمرات الشبكية المحضرة واختبار قدرتها على امتصاص الزيت البترولوي و الطولوين وذلك عن طريق تعيين أعلى قيمة للامتصاص وقياس معدل زيادة الامتصاص مع الزمن.

و قد اهتمت الدراسة بالضرورة بتعيين كثافة البوليمرات المحضرة حيث وجد أنها أقل كثافة من الماء ولذا فإنها تصلح كمواد ماصة للزيت تطفو على سطح الماء.

يشمل العمل المقدم أيضا دراسة تأثير التركيب البنائى للشكل الشبكي للكوبوليمرات المحضرة على كفاءتها. تم ذلك بتعيين قيم كلا من: كثافة الروابط العملية (v_e) ومعامل المرونة (G_T) و كثافة الروابط النظرية (v_f) معامل الترابط بين المذيب و البوليمر (χ) والوزن الجزيئى بين المتشابكات (M_c).

وتم أيضاً دراسة ومناقشة كفاءة الكوبوليمرات فى تكوين روابط شبكية فى عدم وجود رابط شبكى. وقد أثبتت الدراسة أن المواد المحضرة لديها قدرة هائلة فى

الملخص العربي

يعتبر التلوث الناتج عن تسرب بقع الزيت من أخطر أنواع التلوث إذ يمتد أثره من البيئة الي الإنسان الي الكائنات البحرية التي بالإضافة الي كونها مصدرا للغذاء فإن المكون النباتي منها يساهم مساهمة عظيمة في إنتاج كميات هائلة من الأوكسجين. و لهذا وجهت الكثير من الجهود لمعالجة تسرب الزيت و محاصرة البقع البترولية.

و لذلك تهتم هذه الدراسة بتحضير وتقييم بعض البوليمرات المتشابكة و المعتمدة على كوبوليمرات وبوليمرات نشطة لاستخدامها كمواد ماصة للزيت للتحكم في التلوث الناتج عن بقع الزيت البترولية.

يشمل العمل المقدم تحضير مجموعتين أساسيتين من المركبات. اعتمدت المجموعة الأولى على تحضير مونومر سينامويلوكسي ايثيل ميثا أكريلات (CEMA) وذلك لتحسين الخواص المحبة للزيت لمجموعة الاكريلات وذلك بتفاعل سينامويل كلوريد مع هيدروكسي ايثيل ميثا أكريلات. ثم تم بلمرة سينامويلوكسي ايثيل ميثا أكريلات مع نسب مختلفة من اكريلات الايزو اوكتيل (IOA) او الدوديسبل (DDA) او اوكتاديسيل (ODA) لتحضير كوبوليمرات غير شبكية.

وقد تم توصيف البوليمرات المحضرة وتحديد التركيب الكيميائي لها بواسطة التحليل بأجهزة الأشعة تحت الحمراء والرنين النووي المغناطيسي كما تم استخدام الرنين النووي المغناطيسي كوسيلة مبتكرة في تعيين قيم نسبة كل مونومر في الكوبوليمرات المحضرة. وتم ايضا تعيين نسبة نشاط كل مونومر على حده من خلال طريقتي كلا من الفريقين البحثيين Kelen- Tudos و Fineman - Ross. و تشمل الدراسة ايضا احصاء بيانات خاصة بالتركيب البنائي للكوبوليمرات المحضرة التي أثبتت ان الكوبوليمرات المحضرة تحتوي في تركيبها البنائي على مونومرات ثنائية مرتبة ترتيبا عشوائيا.

وتم أيضاً دراسة ومناقشة كفاءة الكوبوليمرات في تكوين روابط شبكية في عدم وجود رابط شبكي. وتم أيضاً تقييم كفاءة الروابط الشبكية المستخدمة وقدرتها على تكوين شكل شبكي.

المستخلص

اهتمت هذه الدراسة بتحضير وتوصيف مجموعتين من الكوبوليمرات ذات الشكل الشبكي لإستخدامها كمواد ماصة لبقع الزيت كوسيلة فعالة و آمنة لمكافحة التلوث الناتج عن الكوارث البترولية.

اولا تم تحضير مونومر سينامويلوكسي ايثيل ميثا أكريلات وإستخدامه فى تكوين كوبوليمرات غير شبكية بتفاعلها مع اكريلات الايزو اوكتيل (IOA) او الدوديسيل (DDA) او اوكتاديسيل (ODA) . كما تم استخدام الرنين النووي المغناطيسي كوسيلة مبتكرة فى تعيين قيم نسبة كل مونومر فى الكوبوليمرات المحضرة. تشمل الدراسة ايضاََ بلمرة سينامويلوكسي ايثيل ميثا أكريلات مع نسب مختلفة من كل من IOA , DDA, أو ODA فى وجود نسب مختلفة من ترائى ميثايلول بروبان ترائى اكريلات TPT وترائى ميثايلول بروبان ترائى ميثاكريلات TPT_m كمصادر للروابط الثنائية لتحضير المجموعة الأولى من الكوبوليمرات ذات الشكل الشبكي لإستخدامها كمواد ماصة للزيت.

ثانيا تم تحضير بوليمرات نشطة بتفاعل السينامويل كلورايد مع جليكولات مختلفة لتكوين استرات مختلفة من هيدروكسي ألكيلوكسي سينامات ومن ثم تكتيفها مع بولى أيزوبيوتلين- ماليك إنهيديريد بوليمر. وتم استخدام البوليمرات النشطة المحضرة لتحضير المجموعة الثانية كمواد ماصة للزيت وذلك عن طريق تفاعل البوليمر النشط المحضر مع ODA فى وجود نسب مختلفة من TPT كرابط شبكي.

الجزء الثالث من الدراسة يشمل تقييم كفاءة الكوبوليمرات الشبكية المحضرة فى امتصاص الزيت وذلك عن طريق تعيين اعلى قيمة للإمتصاص و قياس معدل زيادة الامتصاص. وتم دراسة تأثير التركيب البنائى للشكل الشبكي للكوبوليمرات المحضرة و الممثلة فى تعيين قيم كيناتيكية الامتصاص.

المستخلص

جامعة عين شمس
كلية العلوم
قسم الكيمياء

شكر

أتشرف بشكر الأساتذة الذين قاموا بالأشراف وهم:

أستاذ الكيمياء العضوية بكلية

العلوم/جامعة عين شمس

أستاذ كيمياء البوليمرات ورئيس قسم

الإستخدامات بمعهد بحوث البترول

أستاذ كيمياء البوليمرات

بمعهد بحوث البترول

باحث بمعهد بحوث البترول

أ.د. أحمد فوزى الكفراوى

أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم

أ.د. أيمن محمدى السيد عطا

د.رشا عبد العظيم محمد

جامعة عين شمس

كلية العلوم

قسم الكيمياء

أسم الطالبة : ريم كمال كامل فرج

عنوان الرسالة: " تحضير مواد ماصة للزيت تعتمد على بوليمرات نشطة للتخلص من التلوث الناتج عن تسرب المواد البترولية"

اسم الدرجة : دكتوراه

لجنة الحكم والمناقشة:

أ.د. السيد محمد عبد الباري	أستاذ كيمياء البوليمرات بكلية العلوم/ جامعة المنصورة
أ.د. رافت ميلاد محارب	أستاذ الكيمياء العضوية بكلية العلوم/ جامعة القاهرة
أ.د. أحمد فوزى الكفراوي	أستاذ الكيمياء العضوية بكلية العلوم/ جامعة عين شمس
أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم	أستاذ كيمياء البوليمرات ورئيس قسم الإستخدامات بمعهد بحوث البترول

جامعة عين شمس
كلية العلوم
قسم الكيمياء

أسم الطالبة : ريم كمال كامل فرج

الدرجة العلمية : دكتوراه

الكلية : العلوم

الجامعة : عين شمس

سنة التخرج : ١٩٩٨

سنة منح الماجستير : يناير ٢٠٠٣

سنة منح الدكتوراه : ٢٠٠٥

جامعة عين شمس

كلية العلوم

قسم الكيمياء

رسالة دكتوراه

أسم الطالبة : ريم كمال كامل فرج

عنوان الرسالة: تحضير مواد ماصة للزيت تعتمد على بوليمرات نشطة

للتخلص من التلوث الناتج عن تسرب المواد البترولية

اسم الدرجة : دكتوراه

لجنة الإشراف:

أ.د. أحمد فوزى الكفراوي أستاذ الكيمياء العضوية بعلوم عين شمس

أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم أستاذ كيمياء البوليمرات ورئيس قسم

الإستخدامات بمعهد بحوث البترول

أ.د. أيمن محمدى السيد عطا أستاذ كيمياء البوليمرات بمعهد بحوث البترول

د.رشا عبد العظيم محمد باحث بمعهد بحوث البترول

تاريخ البحث: ٢٠٠٣/٤/١٤

الدراسات العليا

اجيزت الرسالة بتاريخ: / / ٢٠٠٥

ختم الإجازة

موافقة مجلس الجامعة: / / ٢٠٠٥

موافقة مجلس الكلية: / / ٢٠٠٥

سُبْحَانَكَ يَا رَبِّ الْعَالَمِينَ

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

اللَّهُمَّ زِدْنِي عِلْمًا

تحضير مواد ماصة للزيت تعتمد على
بوليمرات نشطة للتخلص من التلوث
الناتج عن تسرب المواد البترولية

رسالة

للحصول على درجة دكتوراة الفلسفة فى العلوم

(الكيمياء)

مقدمة من

ريم كمال كامل فرج

ماجستير فى الكيمياء من كلية العلوم

جامعة القاهرة ٢٠٠٣

الى

قسم الكيمياء كلية العلوم جامعة عين شمس

٢٠٠٥